

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ КЛАССИФИКАЦИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ В САПР

Работа посвящена применению методов решения задач классификации для определения технологических параметров при разработке адаптивных и обучающихся программных модулей при создании САПР проектирования технологии различных процессов на примере разработки программного модуля автоматизированного конструирования поковок для производства зубчатых колес. Получены зависимости для классификации поковок при назначении типа напуска на кольцевую выемку с помощью методов евклидова расстояния и потенциальных функций [1].

**Ключевые слова:** штамповка, САПР, методика, программа, модуль, заготовка, технология, параметры, геометрия, деталь, выборка, размер, расчет, класс, обучение.

## APPLICATION OF METHODS FOR SOLVING CLASSIFICATION PROBLEMS TO DETERMINE TECHNOLOGICAL PARAMETERS IN CAD

The work theme is devoted application of methods of the decision of problems of classification for definition of technological parameters by working out of adaptive and trained program modules at creation CAD systems of designing of technology of various processes on an example of working out of the program module of the automated designing preparations for manufacture of cogwheels. Dependences for classification preparations are received at type appointment the overlap of the metal on ring dredging by means of methods by evklid distance and potential functions [1].

**Keywords:** punching, CAD, a technique, the program, the module, preparation, technology, parameters, geometry, a detail, sample, the size, calculation, a class, training.

Разработка адаптивных самообучающихся программных средств проектирования технологических процессов требует применения методов классификации. Рассмотрим применение метода евклидова расстояния и метода потенциальных функций для разработки программного модуля конструирования штампованных заготовок для

производства зубчатых колес на примере назначения напуска на кольцевые углубления (рис. 1).

При различных конфигурациях углублений может быть один из трех случаев: назначение полного напуска, выполнение глухой наметки, отсутствие напуска.

В качестве параметров, влияющих на тип напуска, принимаем диаметр поковки ( $D_p$ ), ширину углубления ( $b$ ), глубину углубления ( $h$ ) (рис. 1).

У нас имеется обучающая выборка для назначения различных типов напусков (табл. 1), по которой требуется выработать общее правило определения типа напуска.

Согласно методу евклидовых расстояний задача выбора класса объекта решается путем определения расстояний до эталонов соответствующих выборок, которые рассчитываются по формуле:

$$\rho(\vec{x}, \vec{a}) = \sqrt{\sum_{s=1}^k W_{is}^2 (x_s - a_{is})^2},$$

где  $\vec{x} = (x_1, x_2, \dots, x_k)$  — признаки объекта;

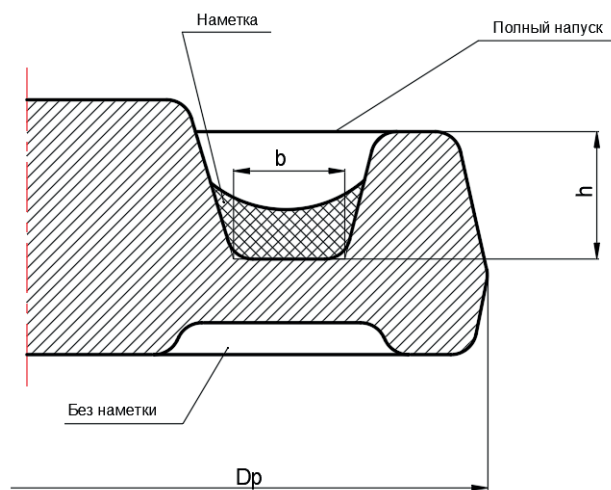


Рис. 1. Параметры кольцевой выемки

$\vec{a} = (\vec{a}_{i1}, \vec{a}_{i2}, \dots, \vec{a}_{ik})$  — эталоны классов  $A_i$ ;

$$\vec{a}_i = \frac{1}{N_i} \sum_{m=1}^{N_i} \vec{x}_{im}; W_{is} = \frac{1}{\left( \sigma_{is}^2 \sum_{s=1}^k \frac{1}{\sigma_{is}^2} \right)} — \text{весовые ко-}$$

эффициенты признаков;

$$\sigma_{is}^2 = \frac{1}{N_i} \sum_{m=1}^{N_i} x_{ims}^2 - \left( \frac{1}{N_i} \sum_{m=1}^{N_i} x_{ims} \right)^2 — \text{дисперсия } s\text{-го}$$

признака.

Рассматриваемый объект относится к тому классу, для которого

$$\rho_{io}(\vec{x}, \vec{a}_{io}) = \min_i \rho_i(\vec{x}, \vec{a}_i).$$

В нашем случае:

$$k = 3; N_i = 7; S = 3; x_1 = D_p; x_2 = b; x_3 = h.$$

Проведя вычисления получим:

$$\rho_1(\vec{x}, \vec{a}) = \left( 0,00085^2 (D_p - 236,129)^2 + 0,027^2 (b - 36,5171)^2 + 0,971^2 (h - 20,7929)^2 \right)^{1/2}$$

$$\rho_2(\vec{x}, \vec{a}) = \left( 0,00706^2 (D_p - 229,914)^2 + 0,05089^2 (b - 12,0043)^2 + 0,4840^2 (h - 24,55)^2 \right)^{1/2}$$

$$\rho_3(\vec{x}, \vec{a}) = \left( 0,00121^2 (D_p - 252,114)^2 + 0,8954^2 (b - 28,6457)^2 + 0,1034^2 (h - 30,0929)^2 \right)^{1/2}.$$

Приведем применение метода потенциальных функций для классификации штампованных заготовок [1].

Примем потенциальную функцию в виде

$$K(\vec{x}, \vec{x}^*) = \frac{1}{1 + \alpha \rho^2},$$

где  $\rho = \rho(\vec{x}, \vec{x}^*)$  — расстояние между точками  $\vec{x}$  и  $\vec{x}^*$ ;  $\vec{x}^*$  — точка из обучающей выборки;  $\alpha$  — масштабный множитель.

Получим потенциалы для каждого класса обучающей выборки путем сложения всех потенциальных функций для каждой точки обучающей выборки класса.

$$K_{A_1}(\vec{x}) = \frac{1}{N_1} \sum_{x_s \in A_1} K(\vec{x}, \vec{x}_s);$$

$$K_{A_2}(\vec{x}) = \frac{1}{N_2} \sum_{x_s \in A_2} K(\vec{x}, \vec{x}_s);$$

$$K_{A_3}(\vec{x}) = \frac{1}{N_3} \sum_{x_s \in A_3} K(\vec{x}, \vec{x}_s).$$

Распознаваемый объект относится к тому классу, для которого потенциал имеет максимальное значение:

$$K_{A_0}(\vec{x}) = \max_i K_{A_i}(\vec{x}).$$

Положим  $\alpha = 1$ .

Получим потенциальные функции для первого класса обучающей выборки, когда кольцевая полость выполняется:

$$K(\vec{x}, \vec{x}_1) = \frac{1}{1 + (D_p - 196,9)^2 + (b - 27,3)^2 + (h - 19)^2};$$

$$K(\vec{x}, \vec{x}_2) = \frac{1}{1 + (D_p - 211,4)^2 + (b - 34,9)^2 + (h - 22,5)^2}.$$

Таблица 1

Обучающая выборка

№ п/п	$D_p$	$b$	$h$
Кольцевая полость выполняется			
1	196,9	27,3	19
2	211,4	34,9	22,5
...	...	...	...
Кольцевая полость не выполняется			
1	197,1	12,42	22,5
2	200	8,9	25,2
...	...	...	...
Назначение напуска на кольцевую полость			
1	196,9	26,83	25
2	196,8	27,1	27,55
...	...	...	...

Функция потенциала первого класса  $A_1$ :

$$K_{A_1}(\vec{x}) = \frac{1}{7} \times (K(\vec{x}, \vec{x}_1) + K(\vec{x}, \vec{x}_2) + \dots + K(\vec{x}, \vec{x}_7)).$$

Потенциалы для двух других классов строятся аналогично.

Нетрудно проверить, что полученные зависимости дают удовлетворительные результаты классификации заготовок.

#### Список литературы

1. Вайсбурд Р. А. Методы классификации в технологических задачах машиностроения / Р. А. Вайсбурд, А. Б. Абрамова. — Свердловск, 1989. — 103 с.
2. Тарновский И. Я. Автоматизация проектирования технологии горячей штамповки / И. Я. Тарновский, Р. А. Вайсбурд, Г. А. Еремеев. — Москва : Машиностроение, 1969. — 208 с.